

## **CAPTEUR MAGNETIQUE DE POSITION A FUTTES MAGNETIQUES CONTROLEES**

La présente invention concerne le domaine technique des capteurs magnétiques sans contact adaptés pour repérer la position d'un mobile évoluant selon un axe de déplacement, de préférence linéaire.

L'objet de l'invention trouve une application particulièrement avantageuse mais non exclusivement dans le domaine des véhicules automobiles en vue d'équiper différents organes à déplacement en particulier linéaire dont la position doit être connue et faisant partie, par exemple, d'une boîte de vitesses automatique, d'une suspension, d'un embrayage piloté, d'une direction assistée, d'un système de réglage d'assiette, etc.

Dans l'état de la technique, il existe de nombreux types de capteurs sans contact adaptés pour connaître la position linéaire d'un mobile se déplaçant en translation. Par exemple, le brevet US 4 810 965 décrit un capteur magnétique comportant un circuit magnétique fermé comportant une pièce polaire en forme de U pourvue, entre ses deux extrémités libres, d'un aimant créant une induction magnétique selon une direction perpendiculaire à la surface de la pièce polaire. Une cellule de mesure mobile est montée entre les branches de la pièce polaire pour mesurer la valeur de l'induction magnétique en relation de la surface de la pièce polaire. Une telle cellule mesure ainsi l'intensité de l'induction magnétique de fuite apparaissant entre les deux branches de la pièce polaire, l'intensité de cette induction magnétique de fuite variant à la surface de la pièce polaire selon l'axe de translation de la cellule de mesure. Un tel capteur comporte également des moyens de traitement du signal de sortie délivré par la cellule de mesure afin de déterminer la position linéaire du mobile le long de l'axe de translation.

Le capteur décrit par ce brevet nécessite la réalisation d'un circuit magnétique fermé, ce qui constitue une contrainte de fabrication augmentant son coût. Par ailleurs, le guidage de la cellule de mesure doit être relativement précis puisque la cellule évolue entre deux surfaces polaires. De plus, la mobilité de la cellule de mesure pose des problèmes notamment de raccordement électrique à l'électronique de traitement.

Il est connu par ailleurs, par le document DE 3 803 293 un capteur de position mesurant le flux magnétique d'un aimant mobile, à une position donnée située entre deux cellules de mesure. L'inconvénient majeur d'un tel capteur concerne le fait qu'il ne peut mesurer qu'une course limitée du mobile, compte tenu des importantes  
5 fuites magnétiques et de la faible valeur du flux magnétique capté par les cellules de mesure.

L'objet de la présente invention vise donc à remédier aux inconvénients énoncés ci-dessus en proposant un capteur magnétique sans contact adapté pour déterminer les positions d'un mobile possédant une grande course linéaire de  
10 déplacement, le capteur étant de conception simple, économique et pouvant fonctionner avec un large entrefer.

Pour atteindre un tel objectif, le capteur magnétique comporte :

- un circuit magnétique ouvert en délimitant au moins un entrefer et comportant des moyens de création d'un flux magnétique, montés déplaçables par le  
15 mobile en délimitant au moins un entrefer,
- au moins une première cellule de mesure montée fixe dans le circuit magnétique et apte à mesurer la valeur du flux magnétique en relation de l'axe de déplacement,
- des moyens de traitement du signal de sortie délivré par la cellule de  
20 mesure pour déterminer la position linéaire du mobile le long de l'axe de déplacement.

Selon l'invention :

- le circuit magnétique comporte également au moins une pièce polaire associée aux moyens de création d'un flux magnétique orienté au moins  
25 perpendiculairement à la surface de la pièce polaire, à partir de la pièce polaire apparaît un flux magnétique de fuite dont l'intensité varie à la surface de la pièce polaire selon l'axe de déplacement,
- la cellule de mesure est montée à proximité d'un point extrême de déplacement de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de  
30 création diminué du flux magnétique de fuite.

Selon une variante préférée de réalisation, le capteur magnétique comporte une deuxième cellule de mesure montée de manière fixe dans le circuit magnétique à

proximité de l'autre point extrême de déplacement de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de création diminué du flux magnétique de fuite.

Avantageusement, les moyens de création du flux magnétique sont montés déplaçables en translation.

5        Selon un premier exemple de réalisation, les moyens de traitement calculent, pour déterminer la position du mobile, la différence entre les signaux de sortie délivrés par la première et la deuxième cellules de mesure.

      Selon un deuxième exemple de réalisation, les moyens de traitement calculent, pour déterminer la position du mobile, la différence entre les signaux de sortie  
10        délivrés par la première et la deuxième cellules de mesure, divisée par la somme des signaux de sortie délivrés par la première et la deuxième cellules de mesure.

      Selon une caractéristique avantageuse de réalisation, les moyens de traitement comportent des moyens pour analyser chaque signal de sortie de façon indépendante ou combinée en vue d'établir un diagnostic sur l'état de fonctionnement de chaque  
15        cellule de mesure.

Avantageusement, les moyens de création du flux magnétique sont constitués par un élément annulaire aimanté radialement dont l'axe est parallèle à l'axe de translation.

      Selon une autre forme de réalisation, les moyens de création du flux  
20        magnétique sont constitués par une série d'au moins quatre aimants dont les directions d'aimantation sont décalées deux à deux de 90°.

      Selon certaines applications, le circuit magnétique ouvert comporte une deuxième pièce polaire disposée en regard de la première pièce polaire en délimitant avec cette dernière un entrefer.

25        Selon cette variante de réalisation la deuxième pièce polaire est pourvue des moyens de création du flux magnétique.

      Par exemple, cette deuxième pièce polaire est formée par un élément tubulaire équipé de l'élément annulaire aimanté radialement.

      Avantageusement, l'une ou l'autre des pièces polaires possède un profil plan  
30        adapté pour améliorer la linéarité du signal de sortie délivré par les cellules de mesure.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation de l'objet de l'invention.

La Figure 1 est une vue schématique montrant le principe d'un capteur  
5 conforme à l'invention.

La Figure 2 est une vue schématique en perspective montrant une variante préférée de réalisation du capteur conforme à l'invention.

Les Figures 3 et 4 sont des vues en perspective montrant diverses formes de réalisation des moyens de création d'un flux magnétique.

10 Les Figures 5 et 6 illustrent deux variantes de réalisation de profil de pièces polaires pouvant être mises en œuvre par un capteur conforme à l'invention.

Les Figures 7 et 8 sont des vues en perspective de deux variantes de réalisation du capteur conforme à l'invention.

Tel que cela ressort plus précisément des Fig. 1 et 2, l'objet de l'invention  
15 concerne un capteur magnétique 1 adapté pour déterminer la position d'un mobile 2 au sens général se déplaçant selon un axe de déplacement T qui dans l'exemple illustré est un axe de translation. Le mobile 2 est constitué par tout type d'organes ayant dans l'exemple illustré une course linéaire faisant partie, de préférence, mais non exclusivement, d'un dispositif équipant un véhicule automobile. Dans la suite de  
20 la description, le mobile 2 est considéré comme ayant une course linéaire mais il est clair que l'objet de l'invention peut s'appliquer pour un mobile 2 ayant une course de déplacement différente par exemple circulaire. D'une manière générale, le mobile 2 évolue selon l'axe de déplacement T entre deux points extrêmes notés  $P_1$  et  $P_2$  dans l'exemple illustré à la Fig. 1.

25 Le capteur 1 comprend un circuit magnétique fixe 3 comportant des moyens 4 de création d'un flux magnétique selon une direction  $f_1$  perpendiculaire à l'axe de translation T. Le circuit magnétique 3 comporte également au moins une première pièce polaire 5 présentant une surface 6 s'étendant sensiblement perpendiculairement à la direction  $f_1$  du flux magnétique et parallèlement à l'axe de translation T. Le flux  
30 magnétique sort de la pièce polaire 5 selon une direction perpendiculaire à la surface 6.

Conformément à l'invention, les moyens 4 de création du flux magnétique sont montés déplaçables par le mobile 2 en délimitant avec la première pièce polaire 5 un entrefer 8. De préférence, les moyens de création du flux magnétique 4 sont constitués par un aimant faisant partie ou rapporté de toute manière appropriée sur le mobile 2 dont la position est à déterminer selon l'axe de déplacement T. L'aimant 4 délivre ainsi un flux magnétique orienté perpendiculairement à la surface 6 de la première pièce polaire 5. Il est à noter que la pièce polaire 5 présente une longueur au moins égale à la course à mesurer du mobile 2 déterminée entre les points extrêmes  $P_1$  et  $P_2$ . Par ailleurs, comme cela ressortira de la description qui suit, la première pièce polaire 5 est réalisée dans un matériau adapté pour limiter l'effet d'hystérésis et selon des dimensions appropriées pour ne pas atteindre sa valeur de saturation magnétique.

Selon une caractéristique de l'invention, le capteur 1 comporte au moins une première cellule de mesure 11 montée dans le circuit magnétique 3 et apte à mesurer la valeur du flux magnétique en relation de la première pièce polaire 5. Une telle cellule de mesure 11 comme par exemple une cellule à effet hall est apte à mesurer, à une position déterminée fixe, les variations de la valeur du flux magnétique circulant dans le circuit magnétique. Dans l'exemple illustré à la Fig. 1, la cellule de mesure 11 est montée à proximité d'un point extrême de déplacement  $P_2$ . Plus précisément la cellule de mesure 11 est montée en dehors de la course du mobile 2 et à proximité d'un point extrême de déplacement.

Il doit être compris que la cellule 11 mesure le flux magnétique délivré par l'aimant 4 diminué du flux magnétique de fuite dont certaines lignes de champ  $F$  ont été représentées à la Fig. 1. La cellule 11 mesure ainsi le flux magnétique résiduel à une extrémité de déplacement, ce flux magnétique résiduel étant égal au flux total de l'aimant 4 diminué du flux magnétique de fuite direct entre le circuit magnétique 3 et l'aimant 4. Dans la mesure où le flux de fuite dépend de façon monotone de la position relative entre l'aimant 4 et la cellule 11, le signal de sortie délivré par la cellule 11 donne une information de la position de l'aimant 4, et par suite du mobile 2 selon l'axe de translation T. Bien entendu, la mesure est possible si le circuit magnétique et en particulier la pièce polaire 5 n'est pas saturée. Le signal de sortie délivré par la cellule de mesure 11 est transmis à des moyens de traitement du

signal, non représentés mais connus en soi, permettant de déterminer la position linéaire du mobile 2 le long de l'axe de déplacement T.

Selon une caractéristique préférée de réalisation, le capteur 1 comporte une deuxième cellule de mesure 13 montée de manière fixe dans le circuit magnétique 3 à proximité de l'autre point extrême, à savoir  $P_1$  dans l'exemple illustré à la Fig. 2. Comme expliqué ci-dessus, les cellules 11 et 13 sont placées en dehors de la course délimitée entre les points  $P_1$  et  $P_2$ . Cette deuxième cellule de mesure 13 est apte également à mesurer le flux magnétique délivré par l'aimant 4 diminué du flux magnétique de fuite. Il est à noter que dans les exemples illustrés, les cellules de mesure 11, 13 sont fixées sur la pièce polaire 5 de sorte que chaque cellule de mesure 11, 13 est traversée par le flux magnétique sortant de la pièce polaire 5 selon une orientation perpendiculaire à sa surface 6. Bien entendu, les cellules de mesure 11, 13 peuvent être placés à proximité des points extrêmes  $P_1$  et  $P_2$  sans être en contact direct avec la pièce polaire 5.

La réalisation d'un capteur magnétique 1 comportant deux cellules de mesure 11, 13 permet d'obtenir une structure différentielle de mesure en vue d'améliorer la linéarité du signal de sortie des cellules de mesure.

Selon une première variante de réalisation, il peut être envisagé que les moyens de traitement calculent, pour déterminer la position du mobile, la différence entre les signaux de sortie délivrés la première 11 et deuxième 13 cellules de mesure.

Selon une autre caractéristique de réalisation, il peut être envisagé que les moyens de traitement calculent, pour déterminer la position du mobile 2, la différence entre les signaux de sortie délivrés par la première 11 et la deuxième 13 cellules de mesure, divisée par la somme des signaux de sortie délivrés par la première 11 et la deuxième 13 cellules de mesure. Un tel traitement permet d'obtenir un signal de sortie qui est peu sensible aux dérives des signaux délivrés par les cellules 11, 13 dues par exemple à des variations d'entrefer ou de température.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les moyens de traitement comportent des moyens pour analyser chaque signal de sortie de façon indépendante ou combinée en vue d'établir un diagnostic sur l'état de fonctionnement de chaque cellule de mesure 11, 13. Ainsi, par exemple il peut être détecté un état défectueux pour une cellule qui délivre un signal qui ne se trouve pas compris dans une plage de

valeurs prédéfinies. De même, si la somme des signaux délivrés par les cellules est en dehors d'un intervalle déterminé, un état défectueux est détecté. Dans le même sens, dans la mesure où les signaux délivrés par les deux cellules sont indépendants mais symétriques de part et d'autre de la position de l'aimant 4, une telle

5 caractéristique peut être analysée pour détecter l'état de fonctionnement des cellules de mesure 11, 13.

Dans l'exemple illustré aux Fig. 1 et 2, les moyens de création d'un flux magnétique 4 sont réalisés par l'intermédiaire d'un aimant dont la direction d'aimantation est perpendiculaire à la surface 6 de la première pièce polaire 5. Dans

10 le cas où le mobile 2 subit également une rotation selon l'axe T, il peut être envisagé de réaliser, comme illustré à la Fig. 3, les moyens de création du flux magnétique 4 par l'intermédiaire d'un élément annulaire 14 aimanté radialement dont l'axe A est parallèle à l'axe de déplacement T. Dans l'exemple illustré à la Fig. 4, Les moyens 4 de création du flux magnétique sont constitués par une série d'au moins quatre

15 aimants 15 dont les directions d'aimantation sont décalées deux à deux de 90°.

Selon une caractéristique avantageuse illustrée plus précisément aux Fig. 5 et 6, la pièce polaire 5 peut posséder un profil plan adapté pour améliorer la linéarité du signal de sortie délivré par les cellules de mesure 11, 13. Par exemple, la pièce polaire 5 peut présenter une surface symétrique constituée par deux troncs de cône

20 montés tête bêche avec leurs plus grandes bases jointives (Fig. 5) ou avec leurs petites bases jointives (Fig. 6).

La Fig. 7 illustre une autre variante de réalisation du capteur mettant en œuvre une deuxième pièce polaire 18 identique ou non à la première pièce polaire 5 permettant de limiter les fuites magnétiques, c'est-à-dire permettant de canaliser le flux magnétique dans le circuit magnétique 3. Dans l'exemple illustré à la Fig. 7, la

25 deuxième pièce polaire 18 comporte une surface plane disposée en regard de la première pièce polaire 5 en délimitant avec cette dernière un entrefer 19 à l'une de son extrémité. L'autre extrémité de cette deuxième pièce polaire 18 est équipée de l'aimant 4 qui délimite également un entrefer réduit 8 avec la première pièce

30 polaire 5.

La Fig. 8 illustre une autre forme de réalisation de la deuxième pièce polaire 18 réalisée par un élément tubulaire sur lequel est monté l'élément annulaire aimanté

radialement **14** tel qu'illustré à la **Fig. 3**. Cette deuxième pièce polaire **18** délimite également un entrefer **19** avec la première pièce polaire **5**.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.



**REVENDEICATIONS**

1 - Capteur magnétique pour déterminer la position d'un mobile (2) évoluant selon un axe de déplacement (T) le capteur comportant :

- un circuit magnétique (3) ouvert en délimitant au moins un entrefer (8) et  
5 comportant des moyens (4) de création d'un flux magnétique, montés déplaçables par le mobile (2) en délimitant au moins un entrefer (8),
  - au moins une première cellule de mesure (11) montée fixe dans le circuit magnétique (3) et apte à mesurer la valeur du flux magnétique en relation de l'axe de déplacement,
  - 10 - des moyens de traitement du signal de sortie délivré par la cellule de mesure (11) pour déterminer la position linéaire du mobile le long de l'axe de déplacement, caractérisé en ce que :
    - le circuit magnétique (3) comporte également au moins une pièce polaire (5) associée aux moyens de création d'un flux magnétique orienté au moins  
15 perpendiculairement à la surface (6) de la pièce polaire, à partir de la pièce polaire apparaît un flux magnétique de fuite dont l'intensité varie à la surface de la pièce polaire selon l'axe de déplacement (T),
    - la cellule de mesure (11) est montée à proximité d'un point extrême de déplacement de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de  
20 création (4) diminué du flux magnétique de fuite.

2 - Capteur magnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une deuxième cellule de mesure (13) montée de manière fixe dans le circuit magnétique (3) à proximité de l'autre point extrême de déplacement de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de création (4) diminué du flux  
25 magnétique de fuite.

3 - Capteur magnétique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de création d'un flux magnétique (4) sont montés déplaçables en translation.

4 - Capteur magnétique selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de traitement calculent, pour déterminer la position du mobile (2), la  
30 différence entre les signaux de sortie délivrés par la première (11) et la deuxième (13) cellules de mesure.

5 - Capteur magnétique selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de traitement calculent, pour déterminer la position du mobile (2), la différence entre les signaux de sortie délivrés par la première (11) et la deuxième (13) cellules de mesure, divisée par la somme des signaux de sortie  
5 délivrés par la première et la deuxième cellules de mesure.

6 - Capteur magnétique selon la revendication 1, 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens de traitement comportent des moyens pour analyser chaque signal de sortie de façon indépendante ou combinée en vue d'établir un diagnostic sur l'état de fonctionnement de chaque cellule de mesure (11, 13).

10 7 - Capteur magnétique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens de création d'un flux magnétique (4) sont constitués par un élément annulaire (14) aimanté radialement dont l'axe est parallèle à l'axe de déplacement en translation.

8 - Capteur magnétique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que  
15 les moyens de création d'un flux magnétique sont constitués par une série d'au moins quatre aimants (15) dont les directions d'aimantation sont décalées deux à deux de 90°.

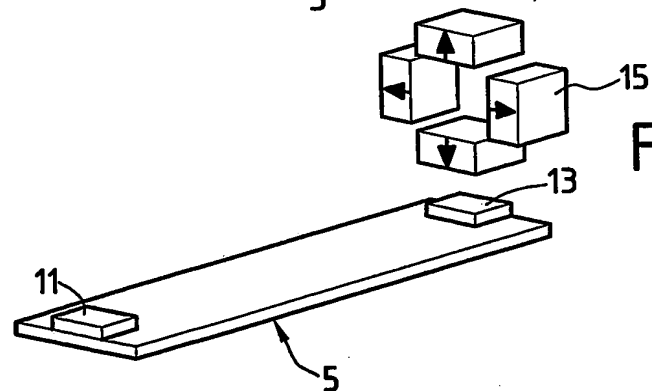
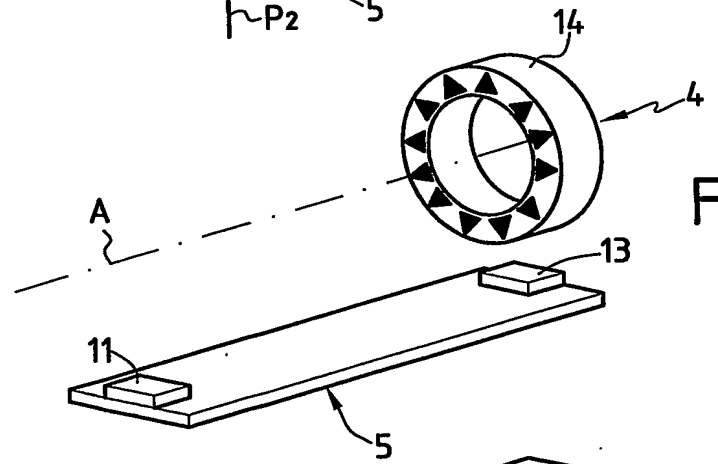
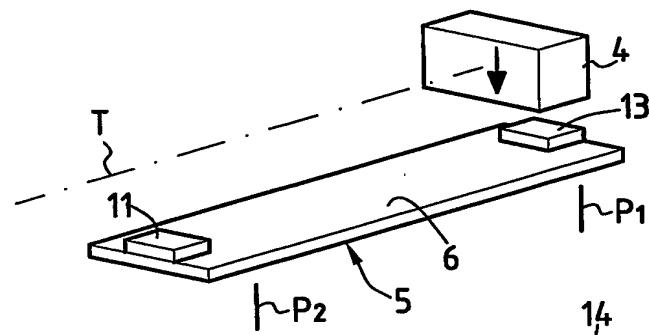
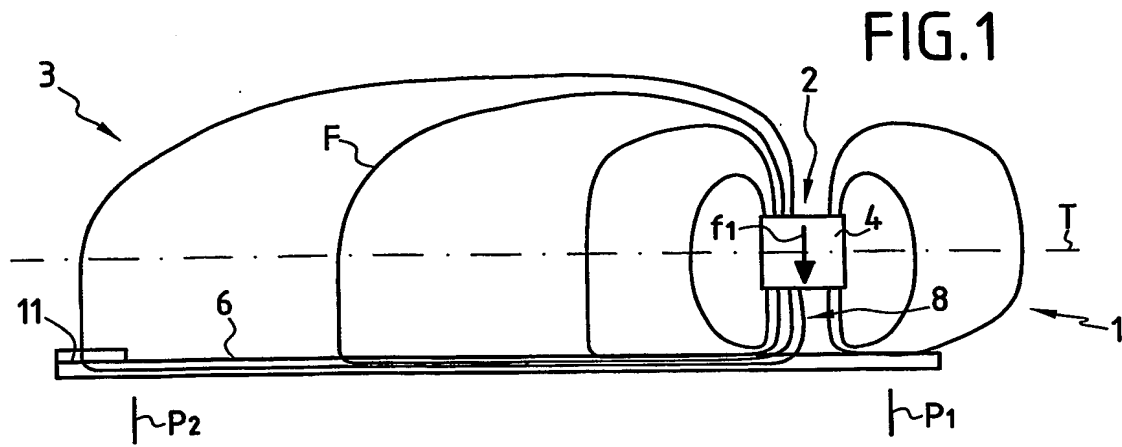
9 - Capteur magnétique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le circuit magnétique ouvert (3) comporte une deuxième pièce polaire (18)  
20 disposée en regard de la première pièce polaire (5) en délimitant avec cette dernière un entrefer (19).

10 - Capteur magnétique selon la revendication 9, caractérisé en ce que la deuxième pièce polaire (18) est pourvue des moyens de création du flux magnétique (4).

25 11 - Capteur magnétique selon les revendications 5 et 9, caractérisé en ce que la deuxième pièce polaire (18) est formée par un élément tubulaire équipé de l'élément annulaire aimanté radialement (14).

12 - Capteur magnétique selon la revendication 1 ou 8, caractérisé en ce que l'une ou l'autre des pièces polaires (5, 18) possède un profil plan adapté pour améliorer la  
30 linéarité du signal de sortie délivré par les cellules de mesure (11, 13).

1/2



2/2

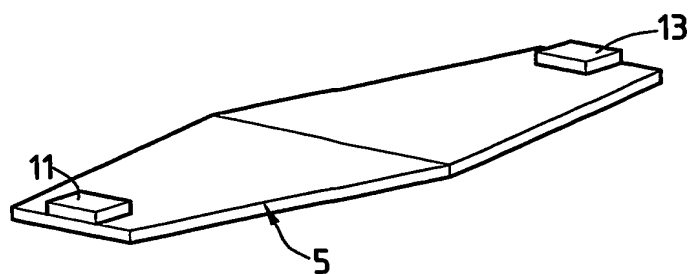


FIG. 5

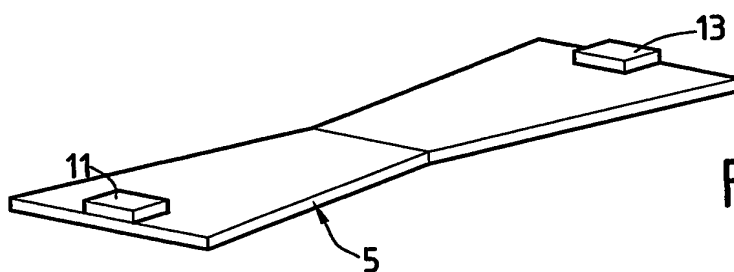


FIG. 6

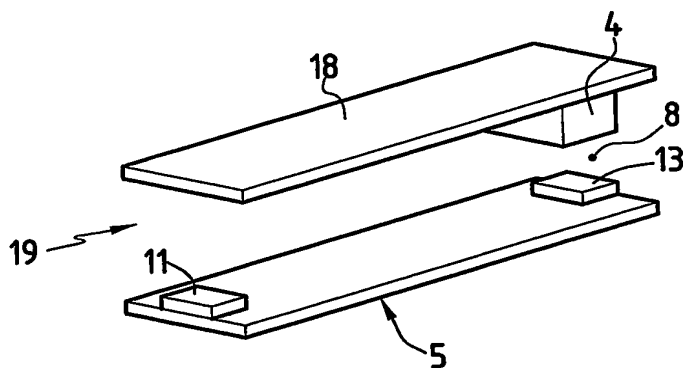


FIG. 7

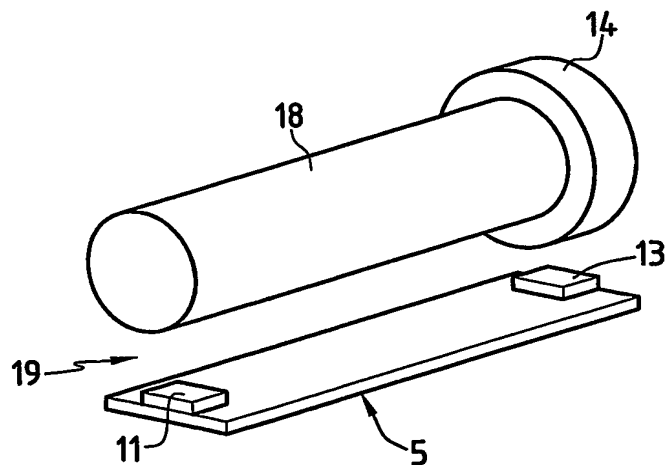


FIG. 8